

(51) Int.Cl.⁶

G 1 0 L 3/00

識別記号

5 1 3 A 9379-5H

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平5-249567

(22) 出願日 平成5年(1993)10月5日

(31) 優先権主張番号 07/956614

(32) 優先日 1992年10月5日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(31) 優先権主張番号 08/105755

(32) 優先日 1993年8月12日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 リーブス、ベンジャミン、カー

奈良県大和高田市築山492-23

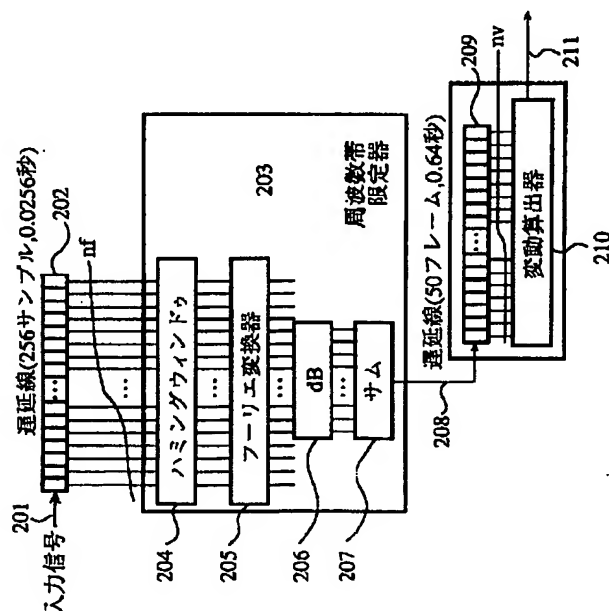
(74) 代理人 弁理士 中島 司朗

(54) 【発明の名称】 音声検出装置

(57) 【要約】

【目的】 信号入力速度に応じて実時間で音声の検出が可能な音声検出装置を実現する。

【構成】 本発明の装置は入力信号中の音声の開始点と終了点を信号の周波数帯限定エネルギーの変動を基に検出する。変動を利用することで、信号の絶対S/N比とは比較的關係ない音声検出が可能となり、又音楽、モーター音、背景音、該当人以外の音声等からの検出が可能となる。本発明の装置は従来のハードウェアを使用し、高速の特殊デジタル信号処理装置集積回路に容易に組み込める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力信号中の音声を検出する音声検出装置であって、

前記入力信号中の周波数帯限定エネルギーを示す値を決定する手段と、

前記入力信号の前記周波数帯限定エネルギーの変動を決定する手段と、

前記周波数帯限定エネルギーの変動に基づいて前記入力信号中の音声の開始点と終了点を決定する手段とを備えた、音声検出装置。

【請求項2】 前記周波数帯限定エネルギーを示す値を決定する手段は、

前記入力信号と関連する周波数を決定する手段と、

予め選択された範囲の周波数を有する前記入力信号の部分を選択する手段と、

信号の選択された前記部分内の前記周波数帯限定エネルギーである全エネルギーを示す値を決定する手段とを備えたことを特徴とする、請求項1記載の音声検出装置。

【請求項3】 前記周波数帯限定エネルギーを示す値を決定する手段は、

前記入力信号の一部にハミング・フィルタを適用し、フィルタ処理を施した信号を生成する手段と、

前記フィルタ処理を施した信号にフーリエ変換を施し、変換処理した信号を生成する手段と、

前記変換処理を施した信号を加算して信号の該部分の周波数帯限定エネルギーである全エネルギーを示す値を決定する手段とを備えたことを特徴とする、請求項1記載の音声検出装置。

【請求項4】 前記音声検出装置は、さらに音声信号を受信する手段と、

連続するm秒の期間の信号の一部を記憶する手段と、

新しい信号を受信すると信号の記憶された部分を更新する手段とを備えたことを特徴とする、請求項1記載の音声検出装置。

$$A' = A + \{BLE(nv) \times BLE(nv)\} - \{BLE(0) \times BLE(0)\}$$

によって前記Aの更新値A'を求め、

【数6】

$$B' = B + BLE(nv) - BLE(0)$$

によって前記Bの更新値B'を求め、引続きBLE(nv)の新しい値を受け取り、前記変動 $V = g(A', B')$ を計算する手段を備えたことを特徴とする、請求項7記載の音声検出装置。

【請求項9】 前記周波数帯限定エネルギーの変動に基づいて音声信号中の音声の開始点と終了点を決定する手段は、

周波数帯限定エネルギーの変動が予め設定されたしきい値を越えた場合音声の開始(B)を決定する手段と、

周波数帯限定エネルギーの変動が予め設定されたしきい値以下になった場合、音声の終了(E)を決定する手段とを備えたことを特徴とする、請求項1記載の音声検出

【請求項5】 前記m秒は0.1秒以上10秒以下である、請求項4記載の音声検出装置。

【請求項6】 前記信号の一部を記憶する手段は、シフト・レジスタである、請求項4記載の音声検出装置。

【請求項7】 前記周波数帯限定エネルギーの変動を決定する手段は、

周波数帯限定エネルギーを示す複数の値を時間の関数として記憶する手段と、

下記の数1、数2、数3および数4

10 【数1】

$$V = g(A, B)$$

【数2】

$$g(A, B) = \frac{A}{nv} - \frac{(B \times B)}{(nv \times nv)}$$

nv: 値の数

【数3】

$$A = \sum_{f=1}^{f \cdot nv} [BLE(f) \times BLE(f)]$$

20 f: nv, ..., 3, 2, 1

BLE(f): 周波数帯限定エネルギーの複数の値

BLE(1): 最も古いBLE値

【数4】

$$B = \sum_{f=1}^{f \cdot nv} BLE(f)$$

を用いて変動Vを算出する手段とを備えたことを特徴とする、請求項1記載の音声検出装置。

【請求項8】 前記周波数帯限定エネルギーの変動を決定する手段は、

直近の周波数帯限定エネルギーBLE(nv)と、

最も古い周波数帯限定エネルギーBLE(0)とを用いて、

【数5】

$$BLE(nv) - BLE(0)$$

装置。

【請求項10】 前記音声信号中の音声の開始点と終了点を決定する手段において、

前記大小2つのしきい値は予め設定されており、音声開始(B)信号の決定は、変動が初めて小さい方のしきい値を越えた時点で決定されるが、変動が大きい方のしきい値を越えるまで小さいしきい値をこえた状態に留まっていなければならないことを特徴とする、請求項9記載の音声検出装置。

【請求項11】 前記音声の終了(E)を決定する手段は、

予め設定された大小2つのしきい値の内、変動が小さい方のしきい値以下になった時点で音声信号の終了(E)

を決定することを特徴とする、請求項9記載の音声検出装置。

【請求項 1 2】 前記音声の終了 (E) を決定する手段は、

信号が予め設定された期間大きい方のしきい値を越えた状態に留まっていなければ音声信号の開始と終了の決定を否定することを特徴とする、請求項 1 1 記載の音声検出装置。

【請求項 1 3】 前記予め設定された期間は 0. 3 秒であることを特徴とする、請求項 1 2 記載の音声検出装置。

【請求項 1 4】 前記周波数帯限定エネルギーは、入力信号がフーリエ変換を通過する際に生じることを特徴とする、請求項 1 記載の音声検出装置。

【請求項 1 5】 周波数帯限定エネルギーの変動は周波数帯限定エネルギーの m 秒間の和と、その平方数の和とを保持することで決定され、又、新規の変動決定については、平方数の和は直近の平方数を加え m 秒前の平方数を差し引き更新され、 m 秒間の和は直近の周波数帯限定エネルギーを加え、 m 秒前の周波数帯限定エネルギーを差し引くことで更新されることを特徴とする、請求項 1 記載の音声検出装置。

【請求項 1 6】 前記周波数帯限定信号のエネルギーに平滑化 (スムージング) 機能を適用する手段は、周波数帯限定信号のエネルギーを示す最近の値の平均値を算出する手段を備えたことを特徴とする、請求項 1 5 記載の音声検出装置。

【請求項 1 7】 前記音声検出装置は、さらに信号記録装置を有しており、前記信号記録装置は、信号を受信する手段と、

直近の m 秒分の信号を記憶する手段と、検出された開始点と終了点に対応する記憶された信号の部分を選出する手段とを備えたことを特徴とする、請求項 1 記載の音声検出装置。

【請求項 1 8】 前記 m 秒は 0. 1 秒以上 1 0 0 秒以下であることを特徴とする、請求項 1 7 記載の音声検出装置。

【請求項 1 9】 前記周波数帯限定エネルギーを示す値を決定する手段は、周波数帯限定信号のエネルギーを算出する手段と、周波数帯限定信号のエネルギーに平滑化 (スムージング) 機能を適用し周波数帯限定エネルギーを生成する手段とを備えたことを特徴とする、請求項 1 記載の音声検出装置。

【請求項 2 0】 前記周波数帯限定信号のエネルギーに平滑化 (スムージング) 機能を適用する手段は、周波数帯限定信号のエネルギーを示す最近の値の中央値を算出する手段を備えたことを特徴とする、請求項 1 9 記載の音声検出装置。

【請求項 2 1】 前記周波数帯限定信号のエネルギーに平滑化 (スムージング) 機能を適用する手段は、フィルターを使用して周波数帯限定信号のエネルギーの

瞬時の変動を抑制する手段を備えたことを特徴とする、請求項 1 9 記載の音声検出装置。

【請求項 2 2】 音声信号を受信する手段と、信号中の音声の開始点と終了点を決定する手段と、音声開始点と終了点の間の信号中の音声内容を決定する手段を有する入力信号の音声認識装置において、入力信号中の周波数帯限定エネルギーを示す値を決定する手段と、

前記入力信号の周波数帯限定エネルギーを表す値の変動を決定する手段と、

前記周波数帯限定エネルギーの変動を基に音声信号中の音声の開始点と終了点を決定する手段とを備えたことを特徴とする、音声認識装置。

【請求項 2 3】 入力信号 $x(t)$ 中の音声を検出する音声検出装置であって、

入力信号の周波数帯限定エネルギーの変動を決定する手段と、

変動に基づいて信号中の音声の開始点と終了点を判定する音声間隔判定手段とを備えたことを特徴とする、音声検出装置。

【請求項 2 4】 前記周波数帯限定エネルギーの変動を決定する手段は、

連続する m 秒の期間の周波数帯限定エネルギーの変動により決定することを特徴とする、請求項 2 3 記載の音声検出装置。

【請求項 2 5】 前記 m 秒は 0. 1 秒以上 1 0 秒以下であることを特徴とする、請求項 2 3 記載の音声検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は音声セグメント及び非音声ノイズあるいは背景セグメントを含む入力可聴信号中の音声を含むセグメントの開始と終了を検出する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 実時間での音声検出は音声作動型テープレコーダ、留守番電話、自動音声認識装置、音楽・音声分離装置等の装置に必要な構成要素の 1 つである。これらの装置の多くは音声と分離不可能なノイズを生じる。音声検出には、従来の様に単に予め定められたしきい値に対するエネルギー・レベルの変動を検出するというだけでなく、より高度な検出能力が要求されている。

【0003】 自動音声認識の分野に於いては、音声検出器は最も重要な役割を果たす。実際、音声誤認の原因は、パターン合致 (音声信号の内容決定に一般的に使用される) のエラーよりもむしろ音声検出のエラーである。対応策として「単語探知」、つまり認識装置が常に特定の単語を検索する技術が利用されている。しかし単語探知が音声検出以前に行われなければ、全体的なエラー発生率が高くなる場合がある。

【0004】ほとんどの音声検出装置は、エネルギー、ピッチ、ゼロ・クロッシング等の入力のある特定の変数を基準に作動しており、その動作は変数の背景ノイズに対する度合によりかなり異なる。というのも実時間での音声検出には、変数を信号から素早く抽出しなくてはならないからである。本発明の目的の1つは、信号入力速度に応じて、つまり実時間で作動可能な音声検出装置を提供することにある。

【0005】本発明の他の目的は、従来のデジタル信号処理回路盤との使用が可能な音声検出装置を提供することにある。本発明の他の目的は、音声に混じるノイズの種類とは無関係に有効に作動する音声検出装置を提供することにある。本発明の他の目的は、独立単語自動音声認識装置、連続音声認識装置（語句や文の休止を検出する）、音声作動型テープ・レコーダ、留守番電話、背景ノイズあるいは音楽と録音された音声の処理等に使用される音声検出装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的は、信号中の周波数帯限定エネルギーを示す値を決定する手段、信号の周波数帯限定エネルギーを示す値の変動を決定する手段、周波数帯限定エネルギーの変動を基に信号中の音声の開始点と終了点を決定する手段から構成される入力信号中の音声を検出する装置により達成される。

【0007】本発明は周波数帯限定エネルギーの変動を利用して入力音声信号中の音声の開始と終了の検出を行っている。周波数帯限定エネルギーが利用されるのは、前景としての音声に難しい背景にある場合（例えばバックミュージックとリードボーカリスト）、比較的低い揺らぎの「ノイズフロア」を越えてかなりのエネルギー・レベルが変動するからである。前景及び背景レベルが高い場合でも同じ効果が得られる。これはエネルギーの揺らぎが変動によって集積される為である。

【0008】実施例では、周波数帯限定エネルギーはハミング・ウィンドウとフーリエ変換を使用して算出される。変動はシフト・レジスタに格納された周波数帯限定エネルギーの値から時間数として算出される。そして時間数としての変動と大小2つのしきい値とを比較することで、入力信号中の音声の開始点と終了点が決定される。変動が小さいしきい値を越えた場合、音声の開始が一時的に決定される。しかし、変動が大きいしきい値を越えずに小さいしきい値以下になった場合は、音声開始の一時決定は取り下げられる。変動が大小2つのしきい値の間であれば音声開始状態（B）とみなされ、大きいしきい値を越えれば音声状態（S）とみなされる。変動が予め定められた期間（例えば0.3秒）音声状態

（S）に留まらなかった場合、音声にしては短すぎるとして否定される。変動が少なくとも予め定められた時間あるいはそれ以上大きいしきい値を越えて留まれば、音声開始点の決定が保持され、そして変動が小さいしきい

値以下になると音声の終了点が決定される。

【0009】上記の様に、大小2つのしきい値を使用し、そして変動が音声状態に予め定められた期間留まっているか否かを検出することで、音声検出のエラー発生率は最小限に抑えられる。尚、当該装置は集積回路に組み入れて使用するのが好ましい。この場合、周波数帯限定エネルギーの変動に基づいて音声の開始点と終了点を決定する入力信号の処理が実時間で行われるからである。

10 【0010】

【実施例】詳細な説明により当業者は本発明を明瞭に理解するであろう。しかしながら、本発明は記載に制約されるものではなく、様々な変更が可能である。本発明を使用した独立単語自動音声認識装置の前処理装置を図1に示す。マイクロホンからのアナログ入力101は電圧増幅され、標準化周波数（10,000サンプル/秒）に対応する速度でA/Dコンバータ102によりデジタル信号103に変換され、そしてメモリー領域104に記憶される。単一の単語が6.5536秒以上の長さを持つことはないので、メモリー領域104には6.5536秒に相当する音声記憶出来るよう容量が与えられている。又容量オーバーを起こした場合は、既に記憶されたデータが消去され新しいデータが記憶されるので、メモリー領域104には直近の6.5536秒分の入力データが記憶されることになる。さらにデジタル信号103は音声検出装置105にも入力される。出力判定信号106によりゲート107が開かれ、音声検出装置105により音声を含むと決定されたメモリー領域104のデータの一部が出力108へ入力される。他の実施態様ではバッファ（メモリー領域）104の長さが変更される。例えば留守番電話の場合は、バッファ104が省略され、出力判定信号106がテープの回転を直接制御する。

30

【0011】音声検出装置105の詳細を図2、3、4に示す。図1のデジタル入力信号103は図2では入力信号201として記載されている。入力信号201は連続するnフ入力サンプル（例えば256）を有する遅延線（ディレイ・ライン）へ入力される。遅延線が一杯になると周波数帯限定器203が作動し信号処理を開始する。n/2（例えば128）の新規サンプルの入力データ201を受け取ると、遅延線202は最も古い128サンプルを消去して残りの128サンプルを右へシフトする。そして新規の128サンプルを左半分に保持する。従って、シフトレジスタ202は常に256の連続する入力サンプルを保持し、その半分は前回のサンプルである。新規128のサンプルに対する時間単位はフレームで、1フレームは例えば0.0128秒である。

40

【0012】周波数帯限定エネルギーは周波数帯限定器203で算出される。遅延線の要素の乗算がハミング・ウィンドウ204により行われ、フーリエ変換器205

50

により遅延線202中の周波数スペクトルが抽出される。最も重要な音声情報を含む帯域である250Hzから3500Hzに相当するスペクトル成分は、dB206によりデシベル単位に変換され、さらにサム207で加算され、その結果周波数帯限定エネルギーが生成される。

【0013】周波数帯の限定は周波数スペクトラムコンバータの部分加算以外の方法でも行える。例えば、入力信号を畳込みやデジタル・フィルタを通過さす等して、デジタル・フィルタ処理を施せば、図2の遅延線202と周波数帯限定器203全体の処理と同じ結果が得られる。最終的に得た信号のエネルギーは後述の方法で測定される。

【0014】又アナログ領域でもフィルタから直接得られるエネルギーを利用したり、あるいは後述の方法で帯域が限定される。アナログ帯域限定器は、バンドパス・フィルタ、ローパス・フィルタ、あるいはスペクトル型フィルタから構成してもよいし、マイクロホンやアンプに特有の周波数限定方法を利用してもよいし、アンチエイリアシング信号(antialiasing)フィルタを使用してもよい。エネルギーはフィルタから直接あるいは次に説明する方法で得られるが、いずれの方法に於いても結果として得られる信号を以後周波数帯限定信号と称す。

【0015】周波数帯限定信号のエネルギーに伴い単調変化する量を以後周波数帯限定エネルギーと称する。周波数帯限定エネルギーの求め方は図2で説明した方法以外では、以下の3通りがある。(a)短期間にわたる周波数帯限定信号の変動を算出する。(b)短期間にわたる周波数帯限定信号の絶対値、マグニチュード(大きさ)、整流値(rectified value)、平方数あるいは偶数累乗数の和を算出する。(c)短期間にわたる周波数帯限定信号の絶対値、マグニチュード(大きさ)、整流値、平方数あるいは偶数累乗数のピーク値を決定する。

【0016】本実施では、周波数帯限定エネルギー208は遅延線209に入力される。遅延線209は遅延線202とは(a)フレーム毎に(128ではなく)1つ

$$A' = A + [BLE(nv) \times BLE(nv)] - [BLE(0) \times BLE(0)]$$

【0023】

【数11】

$$B' = B + BLE(nv) - BLE(0)$$

【0024】BLEの平方数は遅延線305により遅延される。メモリーが高価で乗算機能が安価に備えられる場合は、この遅延線305を周波数帯エネルギー304の値の平方数を求める動作に換えても良い。遅延線305、306は必ず0に初期化され、図2の遅延線209の長さと同じか短い。判定器(図2の212、図6の612)は音声の検出に変動(図2の211、図6の611)を使用しているが、図4にその動作を説明する状態

の新規入力を受け取る。(b)新規入力毎に(128ではなく)1つづつ右にシフトする点で異なる。遅延線209の長さnvは、休止の長さ、例えば0.64秒、50フレームに相当し、以下の式で表される。

$$[0017] \quad nv = ((\text{休止の長さ}) \times (\text{サンプリング周波数})) / (nf / 2)$$

変動算出器210は遅延線209中の値の変動を算出する。周波数帯限定エネルギーVは、Vを変動算出器210からの出力211とし、BLE(f)をf=n

v, ..., 3, 2, 1での遅延線の内容とし、BLE(1)は最も古いBLEの値とし、BLEを周波数帯限定エネルギーとし、変動(出力)211が図4、5に示す判定器212を作動させるとし、

【0018】

【数7】

$$g(A, B) = \frac{A}{nv} - \frac{(B \times B)}{(nv \times nv)};$$

【0019】

【数8】

$$A = \sum_{f=1}^{f=nv} [BLE(f) \times BLE(f)]$$

【0020】

【数9】

$$B = \sum_{f=1}^{f=nv} BLE(f)$$

【0021】とすると、V=g(A, B)で求められる。図3に変動算出器210と遅延線209に換えて変動Vをより速く算出する方法を示す。ここでは質量A, Bを再算出するよりも以下の式で更新している。

A'をAの更新データ302とし、B'をBの更新データ303とし、BLE(nv)を図2では208で示される直近の周波数帯限定エネルギー301とし、BLE(0)を最も古い周波数帯限定エネルギー304とすると、

【0022】

【数10】

40 遷移図を示す。図5に状態遷移図をより理解しやすくする為に音声信号の1例を示す。

【0025】状態遷移図はノイズ状態N(502)で始まる。図2の出力211からの変動Vが小さい方のしきい値501以下であれば遷移402が起こり、N状態が保持される。変動Vがしきい値501以上になると遷移403が起こり、音声開始状態Bになる。音声開始状態Bからは条件により以下の3通りの遷移が行われる。thが大きいしきい値506、t1が小さいしきい値501とすると、

50 th < V : 遷移405(音声状態Sへ)

$t_l < V < t_h$: 遷移404 (音声開始状態B保持)

$0 < V < t_l$: 遷移406 (否定: ノイズ状態Nへ戻る)

セグメント502、503、504は上記遷移条件により適当な変動が無ければ音声状態Sに遷移しない旨示している。音声状態Sから遷移する条件は、

$t_l < V$: 遷移407 (音声状態S保持)

$V < t_l$

存続期間 > 0.3 秒 : 遷移408

$V < t_l$

存続期間 < 0.3 秒 : 遷移409

音声状態Sからの遷移条件は、 t_h ではなく t_l で決定される。これは変動 V が t_h に近い場合、状態が不安定になるのを避ける為である。遷移409では単一の単語としては存続期間の短すぎる発声音が拒否される。セグメント507は、変動が音声状態Sに留まりやがて t_l 以下となって遷移408により状態Eへと移行する通常の過程を示している。

【0026】状態Eは図1の出力判定信号106を誘発し、発声音の終了の検出を表す。変動は過去の n_v フレーム(図3)に左右される為、周波数帯限定エネルギーの揺らぎが減少すると約 n_v フレームが減少する。一旦状態Eになるとノイズ状態Nへと戻り、次の発声音に備える。しきい値 t_{l501} と t_{h506} は、初回のノイズ状態Nの早い段階で変動レベルを調べることで、以下の式で設定される。

【0027】 $t_h = 3.0 \times$ ノイズ状態Nの10フレームの平均変動

$t_l = 1.2 \times$ ノイズ状態Nの10フレームの平均変動

以上入力信号中の音声の存在を検出する装置を説明した。当該装置では、信号中の周波数帯限定エネルギーの変動を基に、音声の開始点と終了点が計算される。周波数帯限定エネルギーの変動を使用することで、音声の存在が実時間で効果的に検出される。特に、抽出後処理される様な音声を含む録音物のセグメントの検出に本装置は有効である。

【0028】図6に第2の実施例を示す。第1実施例との違いは、周波数帯限定器が平滑化モジュール(スムージング・モジュール)620を備えている点にある。第2の実施例では、改良周波数帯限定器603からの出力が周波数帯限定エネルギーとなる。第1実施例の周波数帯限定エネルギーの算出と同様の方法で算出される周波数変換の和からの出力651は遅延線659に入力される。遅延線659はフレーム毎(第2実施例では12.8M/s)に新規サンプルを受け取り、既存サンプルを1つずつ右にシフトする。1サンプルの長さは0.128秒に相当する10フレームである。

【0029】平滑化演算部650は遅延線659の内容

の平均値を算出する。この平均値が周波数帯限定エネルギー608となる。又、平滑化演算部650は遅延線659の内容の中央値を算出するようにしてもよいし、平滑化効果のある関数を算出するようにしても構わない。あるいは、遅延線659の瞬発的な内容の変化を抑制するようにしてもよい。

【0030】平滑化演算回路650には遅延線659の急激な内容変化を取り除く効果があるので、変動を算出する遅延線609が新規の値を受け取る速度は遅延線659よりも遅くなるかもしれない。以上本発明の好ましい実施態様について説明したが、この発明の精神からはずれる事なく変更することが出来ることは明白である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例に基づく音声検出装置を使用した自動音声認識装置のブロック図である。

【図2】 図1の音声検出装置のブロック図である。

【図3】 図1の音声検出装置の周波数帯限定エネルギーの変動を決定するフローチャートである。

【図4】 図2の音声検出装置の状態遷移を表す図である。

【図5】 見本入力信号である。

【図6】 スムージング機能を説明する第2の実施例に於ける図1の音声検出装置のブロック図である。

【符号の説明】

- 101 アナログ入力
- 102 A/Dコンバータ
- 103 デジタル信号
- 104 メモリ領域
- 105 音声検出装置
- 106 出力判定信号
- 107 ゲート
- 201, 601 入力信号
- 202, 602 遅延線
- 203, 603 周波数限定器
- 204, 604 ハミング・ウィンドウ
- 205, 605 フーリエ変換器
- 206, 606 dB
- 207, 607 サム
- 208, 651 周波数帯限定エネルギー
- 209, 609 遅延線
- 210, 610 変動算出器
- 211, 611 変動
- 212, 612 判定器
- 301 周波数帯限定エネルギー
- 302 更新データ
- 303 更新データ
- 304 周波数帯限定エネルギー
- 305 遅延線
- 306 遅延線
- 501 しきい値(大)

506 しきい値 (小)

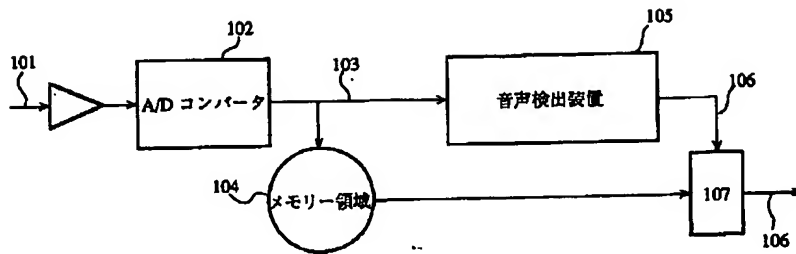
650 平滑化演算部

608 周波数帯限定エネルギー

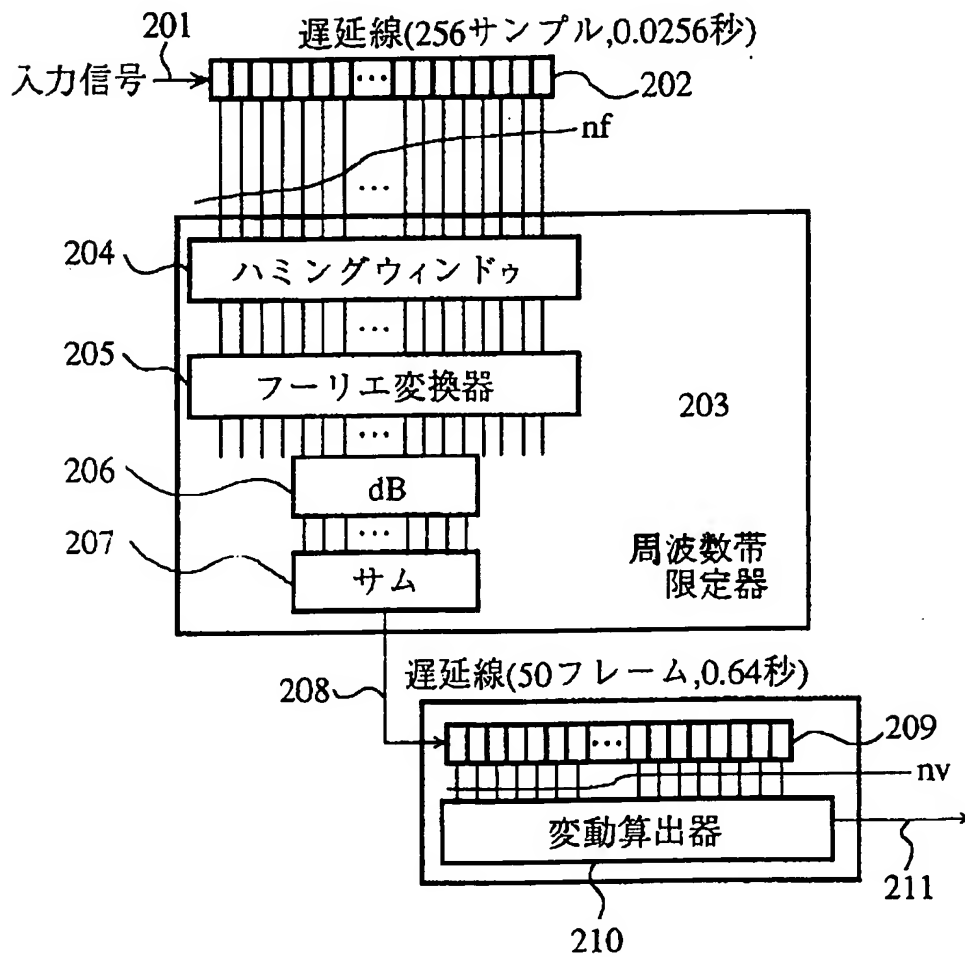
659 遅延線

620 平滑化モジュール

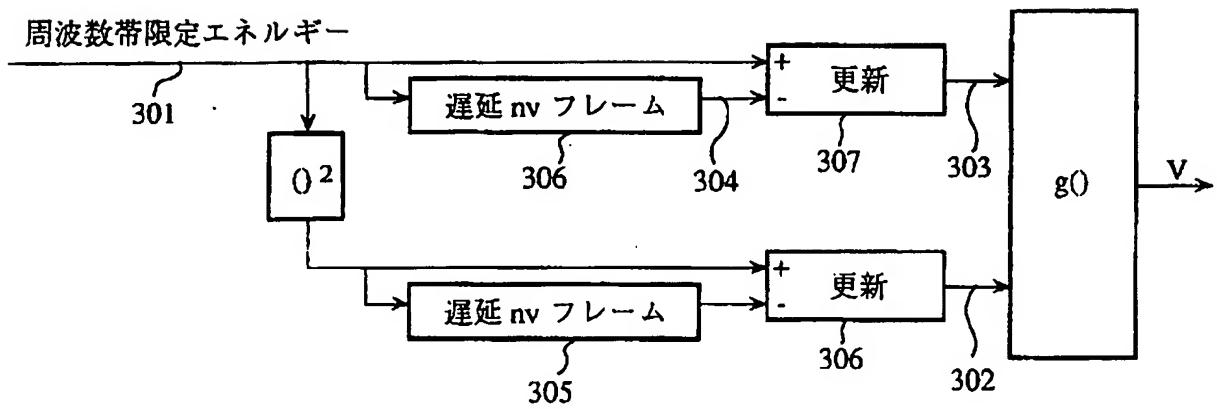
【図1】



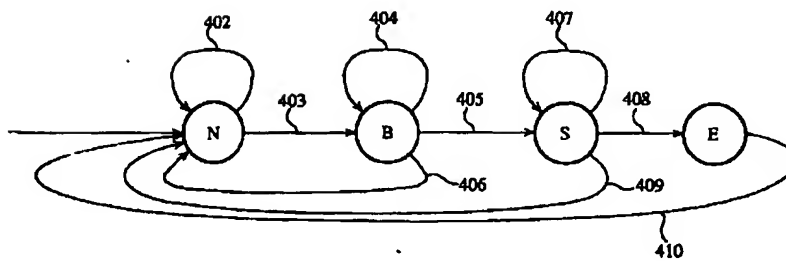
【図2】



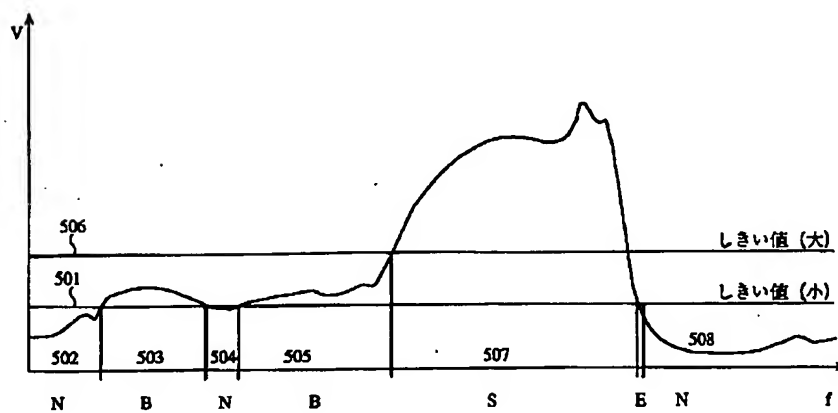
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

